

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ
ПОДВОЗА МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВОЙСКАМ
THE EXISTING ORDER OF CHOICE OF ROUTES WHEN PLANNING
THE DELIVERY OF MATERIAL MEANS

Степук В.П.

Научный руководитель: Д. Ю. Богданов, д.в.н, доцент

Учреждение образования «Военная академия

Республики Беларусь», г.Минск, Беларусь

kaf.tyl15@mail.ru

V.Stepuk

Scientific supervisor: Bogdanov D., doctor of Military Sciences, Associate
Professor

«Military Academy of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

Аннотация. В статье рассмотрен метод выбора рациональных маршрутов подвоза материальных средств с учетом влияния комплекса негативных факторов и использованием теории графов.

Abstract. The article discusses the main factors influencing the choice are considered optimal routes for it when planning the delivery of material means

Ключевые слова: логистика, маршрутизация, подвоз материальных средств, автомобильный транспорт.

Key words: logistics, material transportation system vehicle, road transport

Введение.

Маршрутизация в транспортной логистике играет важнейшую роль, так как позволяет оптимизировать процесс доставки, сократить время доставки грузов и повысить общую эффективность перевозок. Рациональный маршрут позволяет сократить время в пути, избежать простоев и учесть особенности пути [1].

Актуальные исследования в области логистики предлагают различные методы оптимизации маршрутов, включая алгоритмы на основе графов, генетические алгоритмы, методы машинного обучения и прочие.

Важным аспектом рационального выбора маршрута является учет

факторов, влияющих на скорость движения автомобильного транспорта, таких как дорожные условия, погодные условия, воздействие противника и временные ограничения [2].

При планировании подвоза материальных средств (МС) войскам (силам) автомобильным транспортом предусматривается решение задачи рационального выбора маршрутов подвоза МС [3].

В целях исследования в области подвоза МС автомобильным транспортом в данной статье авторами предлагается новый подход при оценке транспортной сети, с учетом негативных факторов и ограничений, влияющих на выбор маршрутов подвоза МС.

Основная часть.

При решении задачи выбора маршрутов подвоза МС предлагается использовать наиболее распространенный метод теории графов. Для этого на базе карты (схемы) автомобильных дорог на заданном участке местности для каждой возможной пары «поставщик-потребитель» формируется транспортная сеть (рисунок 1) – граф без петель, имеющий одну вершину, из которой только выходят дуги, и одну вершину, в которую только входят дуги, к каждой дуге которого отнесено целое число, называемое пропускной способностью.

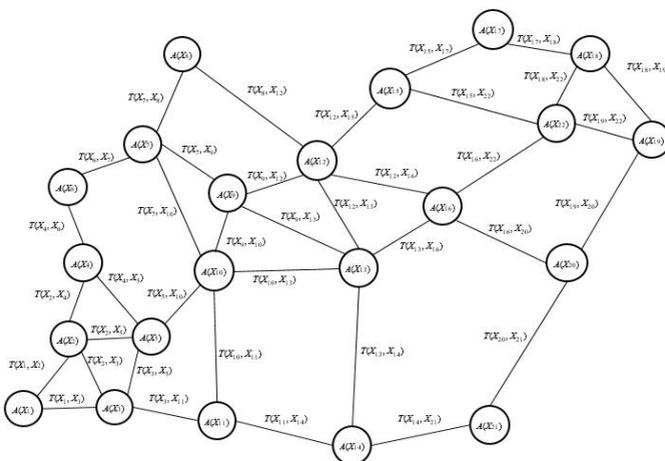


Рисунок 1. Вариант графа, составленный на базе сети автомобильных дорог

В результате транспортная сеть для реализации задачи подвоза МС может быть сформирована в виде графа, отображающего сеть автомобильных дорог на местности. В соответствии с существующим

подходом к решению прикладных задач по оптимизации маршрута подвоза МС на графе отображаются: набор вершин графа $\{X_z\}$ (для варианта, отображенного на рисунке 1, $z = \overline{1, 22}$), через которые может проходить маршрут; набор весовых характеристик (функционал, в соответствии с которым вычисляется весовая характеристика) вершин графа $\{A(X_z)\}$; набор весовых характеристик (функционал, в соответствии с которым вычисляется весовая характеристика) ребер (дуг) графа $\{T(X_z, X_{z+1})\}$.

Известно, что в условиях ведения войсками военных действий основным требованием к подвозу МС (равно как и показателем, определяющим степень рациональности решения по его организации) считается его своевременность, которая обеспечивается, в том числе путем минимизации протяженности маршрута и временных затрат на прохождение маршрутов подвоза МатС автомобильными колоннами.

Временные затраты зависят как от протяженности маршрута ($L_{X_i X_j}$), так и от средней скорости движения по нему автомобильной колонны ($V_{X_i X_j}^{cp}$):

$$t_{X_i X_j} = \frac{L_{X_i X_j}}{V_{X_i X_j}^{cp}}, \quad (1)$$

где $t_{X_i X_j}$ – время преодоления автомобильной колонной участка маршрута от пункта X_i до пункта X_j , ч;

$L_{X_i X_j}$ – протяженность участка маршрута от пункта X_i до пункта X_j , км;

$V_{X_i X_j}^{cp}$ – средняя скорость движения колонны на участке маршрута от пункта X_i до пункта X_j , км/ч.

В ходе ведения военных действий (операций) протяженность маршрута подвоза, и средняя скорость движения по нему автомобилей будут изменяться под воздействием различных факторов оперативной обстановки таких как:

характер действий противника;

характеристики операционного направления;

количественный состав сил и средств в системе материального обеспечения (СМатО);

типы и марки ВВТ, используемые в СМатО;
 уровень подготовки личного состава автомобильных подразделений.

Поэтому для определения весовых характеристик ребер (дуг) и вершин сформированных графов предлагается новый показатель – «минимальное время прохождения маршрута с учетом неблагоприятных факторов». Под показателем принимается минимальное время, необходимое автомобильной колонне заданного состава, чтобы преодолеть заданный маршрут в неблагоприятных условиях обстановки:

$$T(X_i, X_j) = \frac{L_{X_i X_j}}{V_{X_i X_j}^{\text{расч}}} + \sum_{n=1}^m n \frac{Q_n^{\text{тр}}}{q_n^{\text{ном}}}, \quad (2)$$

где $T(X_i, X_j)$ – оптимальное время прохождения участка маршрута от пункта X_i до пункта X_j , ч;

$V_{X_i X_j}^{\text{расч}}$ – расчетная скорость движения колонны на участке маршрута от пункта X_i до пункта X_j , км/ч;

n – количество разрушенных объектов на участке маршрута от пункта X_i до пункта X_j ;

$Q_n^{\text{тр}}$ – объем восстановительных работ на n -м объекте, пог. м;

$q_n^{\text{ном}}$ – возможности дежурных сил и средств по выполнению восстановительных работ на n -м объекте, пог. м/ч.

Рассмотрим факторы, существенно влияющие на изменение расчетной скорости $V^{\text{расч}}$. Расчетная скорость движения автомобильной колонны (группы) на участке маршрута может определяться как:

$$V_{X_i X_j}^{\text{расч}} = V^{\text{ср}} k_{\text{дор}} k_{\text{с.г}} k_{\text{д.п}} k_{\text{л.с}}, \quad (3)$$

где $V^{\text{ср}}$ – номинальная средняя скорость движения колонны, км/ч;

$k_{\text{дор}}$ – коэффициент категории дороги;

$k_{\text{с.г}}$ – коэффициент сезона года;

$k_{\text{д.п}}$ – коэффициент состояния дорожного покрытия;

$k_{\text{л.с}}$ – коэффициент подготовки личного состава.

Коэффициент категории дороги $k_{\text{дор}}$ служит для оценки скорости

прохождения автомобильной колонной участков дорожной сети, обусловленной качеством самой дороги.

Коэффициенты $k_{с.г}$, $k_{д.п}$ и $k_{л.с}$ служат для учета влияния на скорость движения соответственно:

сезона года $k_{с.г}$: летний, осенний, зимний, весенний;

значения состояния дорожного покрытия $k_{д.п}$: для шероховатого асфальтобетонного или цементобетонного покрытия, асфальтобетонного покрытия без поверхностной обработки, сухой (размокшей) грунтовой дороги;

значения специальной подготовки личного состава автомобильных подразделений $k_{л.с}$ будут зависеть уровня их подготовки.

Анализ имеющегося подхода в ходе исследования показывает, что при расчете скорости $V_{расч}$ необходимо учитывать комплекс факторов сложности и траектории маршрутов, значительно снижающих ее показатели:

4. Рельеф местности (уклоны и подъемы).
5. Наличие простых, сложных и опасных поворотов на маршруте.
6. Наличие участков дорог с открытой и с лесистой местностью.

Выбор рационального маршрута подвоза МатС непосредственно на графе производится в такой последовательности:

1. Вершине, являющейся входом графа, присваивается количественная характеристика, равная нулю.

2. Для каждой последующей промежуточной вершины графа количественная характеристика определяется по следующему правилу: для всех ребер (дуг), ведущих от входа графа к данной вершине, определяется сумма длины ребра и количественной характеристики вершины, из которой оно выходит. Из полученных сумм выбирается наименьшая. Это и будет количественная характеристика данной вершины. Ребро, определившее качественную характеристику вершины, на графе превращается в дугу. Расчеты продолжают до тех пор, пока не будет определена количественная характеристика для выхода графа.

3. Непрерывная последовательность дуг, ведущих от входа к выходу, и будет решением задачи, т. е. полным путем графа наименьшей длины.

Для решения этой задачи, как правило, используется алгоритм Дейкстры.

Заключение.

Совместное влияние комплекса факторов и непрерывное изменение во времени и по длине маршрута затрудняют установление закономерностей воинского движения для выбора маршрутов подвоза МС.

Постановка и решение математической задачи с учетом комплекса новых факторов и ограничений станет следующим этапом научных исследований в данном направлении с целью совершенствования научно-методического аппарата планирования подвоза МС войскам (силам).

Литература

1. Транспортная логистика: учебник / А.Д. Молокович. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 463 с.

2. Планирование воинских автомобильных перевозок: учебно-методическое пособие/ВАТТ; коллектив авторов. – М.: Воениздат, 1977.– 88 с.

3. Богданов, Д. Ю. Разработка методики рационального выбора маршрутов подвоза материальных средств войскам в ходе боевых действий (операций)/ Д. Ю. Богданов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – С. 3–9.

4. Южаков В.М. Пути повышения эффективности использования автомобильного транспорта. ВЭВ № 9 2004. – С. 85-98.

5. Подвоз материальных средств. Учебник. Под ред. проф. Целыковских А. А. – СПб: ВАМТО, 2016 - 194 стр.

Представлено 15.11.2024